

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 RADDOPPIO TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE
 LOTTO 1 + 2**

VIABILITA'

NV24 - Viabilità di accesso SSE/Area Terna

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma stradale

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R S 3 Z	0 0	D	2 6	R I	N V 2 4 0 3	0 0 1	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. INTEGRA	Gennaio 2020	M. VENTURA	Gennaio 2020	A. BARILECA	Gennaio 2020	F. CHI Gennaio 2020
								ITALFERR - DG INFRASTRUTTURE Dato. Inv. Francesco Siciliano Ordine degli Ingegneri di Catania 30/12/2019

File: RS3Z00D26RINV2403001A

n. Elab.:

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3.	SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE.....	5
3.1	REQUISITI PRESTAZIONALI	5
3.2	SCHEMA DI DRENAGGIO	5
3.3	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DREANAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA	6
3.3.1	<i>Rete di raccolta e di smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di calcolo delle portate di progetto il Metodo Razionale</i>	6
3.3.2	<i>Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di dimensionamento e verifica dei dispositivi idraulici.....</i>	9
4.	ELEMENTI DI RACCOLTA	11
4.1	SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN RILEVATO.....	11
4.2	EMBRICI.....	12
5.	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO	13
5.1	FOSSI DI GUARDIA	13
6.	ALLEGATI DI CALCOLO	14
6.1	VERIFICA FOSSI DI GUARDIA_LATO DESTRO	15
6.2	VERIFICA FOSSI DI GUARDIA_LATO SINISTRO	16

1. PREMESSA

Il presente studio ricadente nell'ambito della progettazione del nuovo collegamento Palermo-Catania, raddoppio tratta Fiume Torto - Lercara Diramazione, appartenente alla Direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo, ha come oggetto la valutazione delle problematiche di carattere idraulico ed il conseguente dimensionamento e verifica degli elementi idraulici appartenenti alla rete di drenaggio stradale, interna ed esterna, della viabilità di acceso SSE/Area Terna.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 152/2006 Norme in materia ambientale;
- Circolare MIn.LL.PP.N.11633. 1974- Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Testo unico sulle opere idrauliche Regio Decreto 25 luglio 1904 n.523
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85
- UNI EN 124:2015 “Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova”.
- UNI EN 13476-1:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali
- UNI EN 13476-3:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, Tipo B;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

3. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

3.1 REQUISITI PRESTAZIONALI

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;

convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.

La progettazione dei sistemi idraulici è stata sviluppata garantendo:

- lo smaltimento a gravità delle acque drenate;
- accessibilità per manutenzione e gestione d'esercizio delle opere minimizzando l'interferenza con il traffico;
- durabilità delle opere.

3.2 SCHEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il loro collettamento ai recapiti finali, costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, senza alterarne in modo significativo l'efficienza idraulica e le condizioni di sicurezza idraulica del territorio limitrofo all'infrastruttura in progetto.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	T _R progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici	25 anni
		caditoie	
		cunette triangolari	
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia	50 anni
		collettori	

Come si vede dalla tabella precedente, a seconda della funzione del sistema di drenaggio, si utilizza un tempo di ritorno diverso per il dimensionamento dello stesso.

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Questi si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree in corrispondenza delle rotatorie).

La sezione corrente dell'infrastruttura, per il caso in esame, si divide a sua volta per caratteri costruttivi in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea

3.3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA

3.3.1 Rete di raccolta e di smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di calcolo delle portate di progetto il Metodo Razionale

Per la stima delle portate al colmo di piena necessaria per il dimensionamento del sistema di drenaggio e presidio idraulico è stato utilizzato il metodo razionale.

Alla base di tale procedura vi sono le seguenti assunzioni:

- la massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi; nel caso si formino invasi significativi il colmo di piena calcolato con questa metodologia sarà sovrastimato.

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{chS}{3,6t_c} (m^3 / s)$$

dove:

- c = coefficiente di deflusso del bacino;
- h = altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- S = superficie del bacino (km²);

- t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

Come ampiamente descritto nella “Relazione idrologica” (elab. RS3Z00D26RINV0000001A), cui si rimanda, la definizione delle curve di possibilità pluviometrica e successivamente della pioggia di progetto relative al territorio di interesse per l’infrastruttura in studio, è eseguita attraverso l’adozione delle seguenti metodologie :

- Progetto VAPI Sicilia, riportati nella pubblicazione: “*La valutazione delle piene in Sicilia*” (CANNAROZZO M., D’ASARO F., FERRO V. C.N.R. -GNDCI Palermo 1993);
- Analisi statistica tramite il modello probabilistico di Gumbel dei dati osservati ai pluviografi dagli Annali Idrologici forniti dall’Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia la cui area di influenza interessa il tracciato di progetto
- Curve di possibilità pluviometrica presenti nel documento “*Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica del territorio regionale*” del Servizio Rischi Idrogeologici ed ambientali della Protezione Civile Siciliana.

A conclusione delle analisi precedentemente descritte, sono stati messi a confronto i risultati delle elaborazioni delle diverse metodologie di calcolo, quindi sono stati considerati quelli ottenuti dalle seguenti fonti:

1. Applicazione del metodo di Gumbel;
2. Dipartimento Regionale della Protezione Civile

che utilizzano rispettivamente, la prima i campioni di dati registrati sino al 2007 Alia, 2019 Lercara Friddi (i più recenti tra quelli attualmente disponibili), la seconda per entrambe le stazioni pluviometriche quelli registrati sino al 2002.

A favore di sicurezza vengono adottate nel prosieguo del presente studio i valori delle cpp ricavati attraverso l’applicazione del metodo di Gumbel

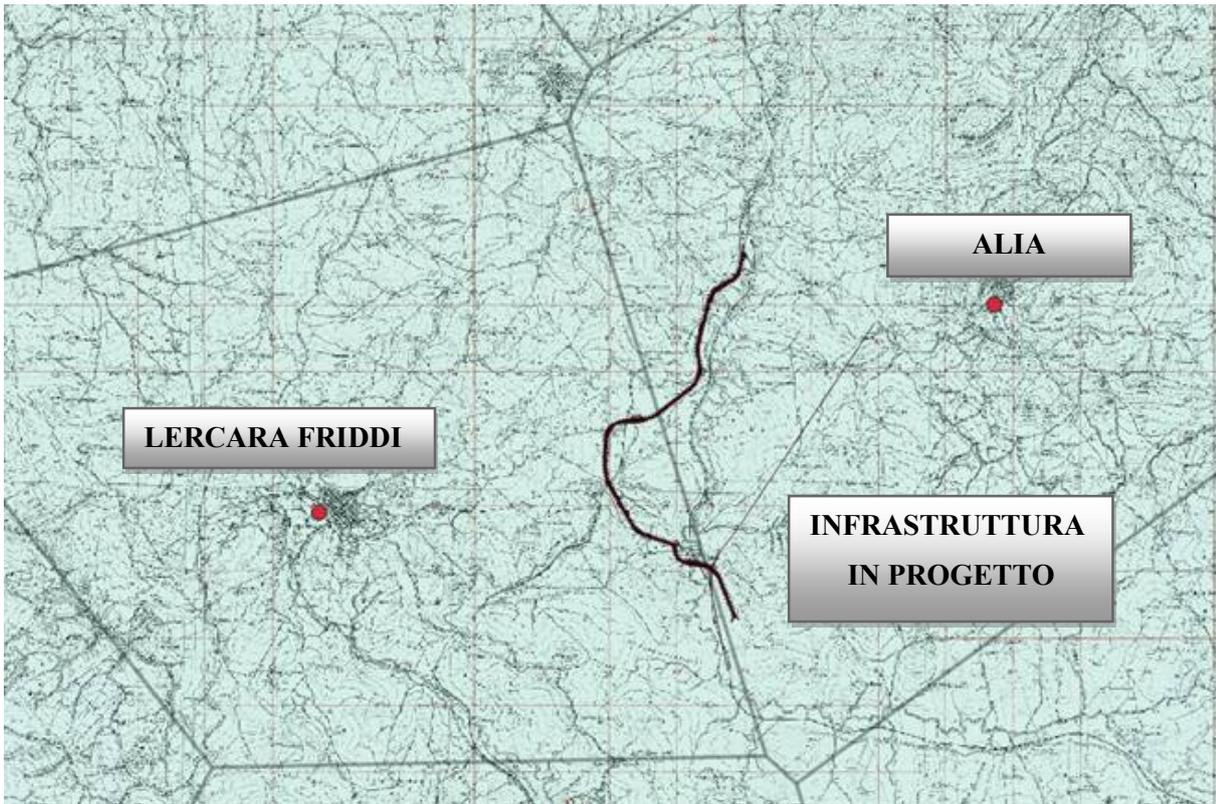
Per quello che concerne gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all’ora si fa ricorso alla seguente espressione per la stima :

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s$$

In cui t è la durata dell’evento meteorico di durata inferiore all’ora, espressa in minuti, s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame.

Nel caso in oggetto, per la Sicilia il coefficiente assume il valore di 0.386 (Ferreri e Ferro, 1989). L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t,T} = h_{60,T} \left(\frac{t}{60} \right)^{0.386}$$



Stazioni pluviometriche della zona di studio.

Per quello che concerne l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica il tracciato stradale in progetto è stato discretizzato in 2 tratti distinti per ciascuno dei quali vengono adottati i valori di a e n, relativi alle stazioni pluviometriche corrispondenti, riportati in tabella:

Progressiva (km)	Staz. Pluviometrica	a ₂₅ (mm/ora)	n ₂₅	a ₅₀ (mm/ora)	n ₅₀
0+206.63-0+419.63	Lercara Friddi	44.18	0.228	50.12	0.220

Il tempo di corrivazione è determinato, facendo riferimento al percorso idraulico più lungo fino alla sezione di chiusura considerata, mediante la relazione:

$$t_c = t_a + t_r \text{ (ore)}$$

con

- t_a = tempo di accesso alla rete;

- $$t_r = \sum_i \frac{L_i}{3600 \cdot V_i}$$

tempo di rete, pari alla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso idraulico più lungo.

Per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento il tempo di accesso alla rete è assunto pari a 5 minuti. Nel caso dei canali di gronda e dei fossi di guardia che raccolgono anche le acque del terreno che insistono sul nastro stradale in progetto in corrispondenza dei tratti che si sviluppano in rilevato e/o in trincea, si utilizza un tempo di corrivazione minimo pari a 10 minuti.

Il tempo di rete è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità di scorrimento $V_i=1,00$ m/s; in base a tale valore si imposta il calcolo la portata di progetto. Si può quindi determinare, in moto uniforme la velocità di scorrimento del collettore così da calcolare un nuovo tempo di rete. Tale procedura iterativa ha termine quando le differenze tra i risultati relativi a due passi successivi sono trascurabili.

Il coefficiente di deflusso ϕ è assunto pari a:

- 0.9 per le superfici pavimentate;
- 0.6 per le trincee, i rilevati e le aree a verde.

3.3.2 Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di dimensionamento e verifica dei dispositivi idraulici

Il dimensionamento e la verifica dei dispositivi costituenti la rete di raccolta delle acque di versante e quella relativa alle acque di piattaforma sono state condotte mediante l'approccio in moto uniforme di Chezy basato sull'equazione di seguito riportata, risolvibile per via iterativa una volta noti i dati fondamentali di progetto:

$$Q = K_s R_H^{2/3} A_i^{1/2} (m^3 / s)$$

dove:

- Q =portata di progetto (m^3/s);

- K_s =coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$);
- A =area della sezione bagnata (m^2);
- R_H =raggio idraulico (m);
- i =pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a: $70 m^{1/3}/s$ per elementi di drenaggio in calcestruzzo,

Nel caso in studio visto lo sviluppo dell'intera tratto in rilevato per la verifica degli elementi idraulici a sezione aperta si considerano un franco idraulico minimo di 5 cm ed i seguenti valori di velocità:

- velocità minima $V_{min} = 0.5 m/s$;
- velocità massima $V_{max} = 4-5 m/s$.

4. ELEMENTI DI RACCOLTA

4.1 SISTEMA DI DRENAGGIO-TRATTI IN RILEVATO

Nei tratti in rilevato il sistema (si veda Elab. RS3Z00D26BZNV0003001A _ B) di raccolta delle acque afferenti la piattaforma stradale è costituito dalla cunetta triangolare formata tra il cordolo in bitume e la banchina e da embrici in cls lungo le scarpate; la piattaforma assume una configurazione a doppia falda con pendenza trasversale rispettivamente $p_{max}=2.5\%$ nei tratti in rettilineo ed in curva per tutto l'intervento. La piattaforma stradale è formata da due corsie da 3.50 m più una banchina da 1.00 m per un totale di 9.00 m di carreggiata.

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello. Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di $65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Come ampiezza massima di impegno della banchina per la strada si è considerato $B=1.00 \text{ m}$ per i tratti in rettilineo e per i tratti in curva.

Si sceglie un passo per gli embrici che generi un tirante sulla cunetta contenuto nella banchina tale che sia garantito lo smaltimento delle acque senza invadere la corsia; si sceglie un passo $p=5 \text{ m}$ visto la modesta entità della pendenza longitudinale del tratto in studio.

Per il tratto di viabilità in curva, si pone cautelativamente la larghezza della piattaforma pari a quella massima $L=9.00 \text{ m}$, mentre per il tratto in rettilineo la larghezza della semi piattaforma è pari a $L=4.50\text{m}$;

Tratto	Passo (m)	Portata generata (l/s)	Tirante sulla cunetta (cm)	Ingombro (m)	Banchina (m)
Rettifilo	5	1.14	2.11	0.50	1.00
Curva	5	2.29	2.73	1.09	1.00

Si riportano di seguito le verifiche idrauliche del sistema cunetta-embrice nel tratto più critico.

Tratto	Passo (m)	Pendenza longitudinale minima %	Portata generata (l/s)	Tirante sulla cunetta (cm)	Ingombro (m)	Banchina (m)
Rettifilo	5	0.12	1.14	2.11	0.50	1.00
Curva	5	0.12	2.29	2.73	1.09	1.00

Nel caso del tratto di piattaforma che si sviluppa in rettilineo si riesce a smaltire la portata che viene convogliata dalla cunetta triangolare senza invadere la corsia, mentre per il tratto in curva con che sviluppa circa 40 m si ha un allargamento della piattaforma di 0.09 m che non comporta tuttavia problemi alla circolazione di veicoli.

Nel paragrafo seguente si verificherà che i tiranti associati allo scorrimento sulla banchina siano tali da permettere la captazione da parte degli embrici.

4.2 EMBRICI

Il passo degli embrici è scelto in maniera tale che si generi un tirante sulla cunetta che garantisca lo smaltimento delle acque senza invadere la corsia. In base alle verifiche eseguite al paragrafo 4.1 si stabilisce un passo per i dispositivi idraulici a 5 m per i tratti di nastro stradale che si sviluppano in rilevato.

La verifica degli embrici è effettuata ipotizzando il loro funzionamento come uno sfioratore laterale comparabile ad uno stramazzo a larga soglia in parete grossa per il quale vale la seguente legge di deflusso:

$$Q = \mu \cdot \xi \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

- Q: portata sfiorata (m³/s) μ : coefficiente di deflusso, pari a 0,39 per lo stramazzo a larga soglia
- ξ : coefficiente di riduzione, pari a 0,50 valido solo per la caditoia con griglia
- L: larghezza della soglia (m)
- h: carico idraulico a monte della soglia (m)
- g: accelerazione di gravità pari a 9,81 (m/s²)

Per gli embrici la larghezza di sfioro è di 1.20 m; si riportano di seguito le verifiche idrauliche degli sfioratori. Si verifica che la portata sfiorabile con i tiranti idraulici sulla cunetta sia superiore alla portata trasportata.

Passo (m) embrici	Tratto	Pendenza longitudinale minima %	Portata trasportata (l/s)	Tirante sulla cunetta (cm)	Portata sfiorabile (l/s)
5	Rettilineo	0.12	1.14	2.11	5.21
5	Curva	0.12	2.29	2.73	7.70

Tutte gli embrici sono in grado di smaltire la portata che si genera sulla piattaforma; alla luce di quanto sopra verificato si conferma il passo p=5 m.

5. ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

5.1 FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono tutti di forma trapezoidale e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato che quando si sviluppa in trincea (si vedano Elab. RS3Z00D26P7NV2103001A_02A).

- nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che interessano il rilevato stesso, le aree limitrofe la cui superficie pende verso la sede stradale e le acque provenienti dagli embrici, e a convogliarle verso il recapito finale più vicino.;
- nel caso di sviluppo in trincea è posto in testa alla trincea e serve a raccogliere le acque di versante che insistono sulla sede stradale e a convogliarle verso il ricettore finale più vicino.

Il tempo di ritorno di progetto è pari a 50 anni. I fossi sono calcestruzzo, e sono stati classificati in base alla sezione:

FOSSO TRAPEZOIDALE IN CLS
SCALA 1:20

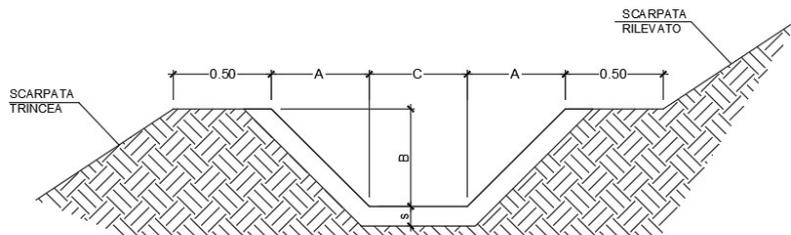


TABELLA DIMENSIONI (in cm)				
FR	A	B	C	s
0	50	50	50	10
1	200	50	150	10
2	250	50	150	10

Fosso di guardia in cls

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo pari all'80% ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Si riportano in allegato in forma tabellare i risultati delle verifiche eseguite.

6. ALLEGATI DI CALCOLO

6.1 VERIFICA FOSSI DI GUARDIA_LATO DESTRO

FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h- Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
+260	+243	20	17	FR0	9.16%	15.32	115.89	0.000	0.016	0.05	0.484
+243	+218	30	25	FR0	0.72%	14.26	121.12	0.001	0.022	0.10	0.478
+218	+193	116	25	FR0	4.00%	10.74	144.13	0.006	0.020	0.56	0.480
+193	+168	116	25	FR0	8.40%	10.37	147.27	0.010	0.018	1.13	0.482

6.2 VERIFICA FOSSI DI GUARDIA_LATO SINISTRO

FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h- Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
+0	+25	10143	25	FR0	4.00%	10.14	149.33	0.421	0.199	3.03	0.30
+25	+50	13047	25	FR0	2.00%	10.30	147.87	0.536	0.272	2.55	0.23
+50	+90	17693	40	FR0	2.00%	10.54	145.78	0.716	0.318	2.76	0.18
+273	+248	972	25	FR0	4.40%	10.32	147.73	0.040	0.055	1.31	0.45
+248	+223	1944	25	FR0	1.80%	10.60	145.31	0.078	0.090	1.48	0.41
+223	+198	2922	25	FR0	3.40%	10.81	143.54	0.116	0.100	1.95	0.40
+198	+173	3904	25	FR0	2.80%	11.02	141.88	0.154	0.123	2.01	0.38
+173	+148	4800	25	FR0	3.60%	11.20	140.50	0.187	0.127	2.36	0.37
+148	+123	5696	25	FR0	1.20%	11.44	138.63	0.219	0.189	1.69	0.31
+123	+97	6639	26	FR0	2.29%	11.65	137.14	0.253	0.174	2.15	0.33